# Créer des fonctions

## Programmation impérative et procédurale

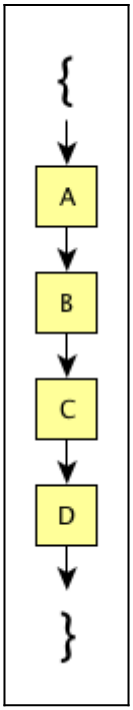
Jusque maintenant, vous avez écrit du code impératif : les instructions sont exécutées une par une, dans l'ordre où elles apparaissent dans le code.

main.cpp

```cpp
#include <iostream>

int main() {
    std::cout << "A" << std::endl;
    std::cout << "B" << std::endl;
    std::cout << "C" << std::endl;
    std::cout << "D" << std::endl;
}
```

affiche :

```
A
B
C
D
```




En programmation procédurale, une suite d'instructions est placée dans une procédure (on parle de “fonction” en C++) pour pouvoir être appelé plusieurs fois.

Le code suivant créé une fonction `f` qui contient 2 instructions et est appelée 2 fois.

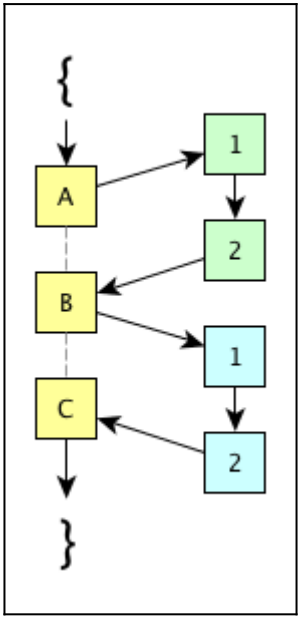
main.cpp

```
#include <iostream>

void f() {
    std::cout << "  1" << std::endl;
    std::cout << "  2" << std::endl;
}

int main() {
    std::cout << "A" << std::endl;
    f();
```

```
    std::cout << "B" << std::endl;
    f();
    std::cout << "C" << std::endl;
}
```

affiche :

```
A
  1
  2
B
  1
  2
C
```




Pour suivre le déroulement d'un tel programme :

- on commence par le début de main (comme en impératif) ;
- on exécute instruction par instruction (comme en impératif) ;
- quand on arrive à un appel de fonction, on exécute les

instructions de la fonction une par une ;
- quand on arrive à la fin de la fonction, on retourne au code qui a appelé la fonction et on reprend l'exécution des instructions une par une.

En réalité, les instructions dans un code C++ impératif cachent souvent des appels à des fonctions. C'est par exemple le cas des opérateurs de flux `«` et de `std::endl`. De fait, la distinction entre programmation impérative et procédurale est purement pédagogique, un code sera généralement procédurale, même si vous n'écrivez pas explicitement des fonctions.
Ce type de programmation est encore relativement simple à suivre, il suffit de lire les instructions une par une. La difficulté vient si vous avez beaucoup de fonctions, il est pénible d'arrêter la lecture toutes les 2 lignes pour aller lire une autre partie de code. (Essayez de lire un livre et d'aller consulter un dictionnaire tous les 2 phrases, vous comprendrez).

En pratique, cela ne sera pas nécessaire si vous écrivez correctement vos fonctions, en leur donnant un nom explicite. Avec le nom de la fonction, vous pourrez comprendre ce qu'elle fait et continuer la lecture du code, sans devoir aller lire les instructions dans la fonction appellée.

Et en fait, c'est ce que vous faite depuis le début de ce cours. Vous avez déjà utiliser des fonctions, comme par exemple les algorithmes de la bibliothèque standard. Par exemple, le code suivant :

```
vector<int> v { 1, 8, 3, 5, 2, 9 };
std::sort(begin(v), end(v));
std::cout << v.front() << std::endl;
```

Lorsque vous lisez la ligne avec `std::sort`, vous comprenez que le tableau est trié et que vous afficher ensuite le premier élément. Vous n'avez pas besoin d'aller lire le code de cette fonction pour comprendre ce code et déterminé que ce code va afficher la valeur “1” (première valeur du tableau après le tri).

C'est une règle générale qui faut retenir quand vous créez vos fonctions :

il faut pouvoir les comprendre et les utiliser sans devoir aller lire le code de la fonction.

Un autre exemple de fonction que vous connaissez bien maintenant : la fonction `main` :

```
int main() {
}
```

## Syntaxe de base

Une fonction est définie par :

- des informations en entrée et sortie
- un nom identifiant la fonction
- une bloc d'instructions

```
PARAMETRE_SORTIE NOM_FONCTION (PARAMETRES_ENTREE) {
    INSTRUCTIONS
}
```

Les paramètres en entrées et sortie seront détaillés ensuite. Si pas d'information à passer, il est possible de ne pas avoir de paramètre en entrée et d'utiliser `void` comme paramètre de sortie (qui signifie “pas d'information” dans ce cas).

```
void NOM_FONCTION () {
    INSTRUCTIONS
}
```

Le nom de la fonction suit les mêmes règles que les noms des variables :

- lettres, chiffres et le caractère `_`
- majuscule ou minuscule
- ne commence pas par un chiffre
- (ne commence pas par `_` : ceci n'est pas une interdiction du langage, un nom peut commencer par `_`, mais c'est généralement réservé à la STL. Donc a éviter en général)

Par exemple :

```
void f() {}
void g() {}
void h() {}
void foo() {}
void bar() {}

void une_fonction_quelconque() {}
void UneAutreFonction() {}

void uNeFoNcTiOnPaSlIsIbLe() {}

void f1() {}
void f2() {}
```

Note : dans ces codes, `{}` indique un bloc d'instructions... sans instructions. Donc ces fonctions ne font rien, ce sont juste des exemples pour presenter la syntaxe.

Ces noms de fonction sont valides. Les 2 premières “f” et “g”, etc ne sont pas explicite, donc impossible de savoir ce qu'elles font sans lire leur code. Donc mauvais nom en général (mais utilisé souvent comme des codes d'explication, pour nommer des fonctions qui n'ont pas d'autre utilité que d'expliquer quelque chose ou pour lequel le nom importe peu. Ne pas utiliser dans des codes réels).

Les 2 fonctions suivantes “une_fonction_quelconque” et “UneAutreFonction” ont des noms plus explicite. Notez l'utilisation des _ et majuscule pour faciliter la lecture. Forme a préférer dans vos codes, avec des noms explicites.

La suivante est un exemple de fonction valide, mais peu lisible à cause de la mauvaise utilisation des majuscules.

Les 2 dernières utilise un nom avec un numéro. C'est également un exemple de nom peu explicite, à éviter dans un code réel.

Exemple de noms pas valides :

```
void 123f() {}          // commence par un chiffre
void une&fonction() {}  // caractère illégal
```

Pour appeler une fonction qui ne prend pas d'arguments et qui ne retourne pas d'information, vous pouvez l'appeler directement en utilisant son nom et des parentheses vides. Vous avez utilise cette syntaxe de nombreuses fois, par exemple pour la fonction `size` de `std::string` ou la fonction `clear` de `std::vector`.

```
nom_fonction();
```

Bien sur, vous pouvez appeler plusieurs fois une meme fonction (comme vu dans le second code) ou appeler une fonction depuis une autre fonction. (C'est d'ailleurs ce que vous faites quand vous appeler une fonction quelconque depuis la fonction main.

```
void g() {}

void f() { g(); } // f appelle g

int main() {
    f();
    f();  // plusieurs appels de la fonction f
}
```

Une fonction qui est definie dans une autre fonction est appellee une fonction imbriquee (*nested function*). En C++, a part le cas particulier des fonctions lambdas que vous verrez ensuite, une fonction ne peut pas etre imbriquee dans une autre fonction.

```
void f() {
    void g(); // declaration d'une fonction imbriquee :
erreur
    h();      // appel d'une fonction : ok
}
```

Notez bien la difference entre declarer une fonction et appeler une fonction : une declaration contient **toujours** dans l'ordre un type, un identifiant et des parentheses.

Les fonctions doivent etre declarees dans un espace de noms - qui sera vu dans le chapitre sur la creation de bibliotheques - ou dans une classe - qui sera vu dans la partie programmation orientee objet. Quand vous declarer une fonction directement en dehors de la fonction `main`, comme vous le faites depuis le debut de ce chapitre, vous les declarez en fait dans un espace de noms global et anonyme. Cela sera egalement vu bientot.

Un cas particulier de fonction qui appelle une fonction : il est possible d'ecrire une fonction qui s'appelle elle meme. Le code suivant est valide (tout au moins en termes de syntaxe) :

```
void f() {
    f();  // f appelle f
}
```

Un code qui s'appelle lui-meme est appele un code recursif. C'est une approche interessante pour resoudre de tres nombreuses problematiques. Vous verrez dans les exercices et complements quelques exemples d'algorithmes recursifs.

Cependant, le code precedent est trop simpliste et produira un crash a l'execution du programme. La raison est tres simple : la fonction f va appeler la fonction f qui va appeler la fonction f qui va appeler la fonction f... et ainsi de suite, a l'infini. Ou plus precisement, puisqu'un ordinateur n'a pas des capacites infinies, jusqu'a ce que les ressources allouees au programme soient toutes utilisees et que le programme crash.

## Variable locale a une fonction

Un petit rappel sur les notions de portee et de duree de vie. Pour le moment, vous n'avez utilise que des variables locales a une fonction. Une telle fonction est declaree dans un bloc dans une fonction (dans la fonction `main` jusque maintenant, mais c'est valide pour n'importe quelle fonction que vous pouvez creer). Cette variable est utilisable a partir du moment ou elle est definie et jusqu'a la fin du bloc.

```
{
```

```
    int i {};  // definition d'une variable i
    ...
}              // fin de portee de la variable i
```

Les notions de portee (*scope*) et duree de vie (*lifetime*) sont tres proches (pour le moment) :

- la portee est quand la variable est utilisable dans le code ;
- la duree de vie est quand la variable existe en memoire de l'ordinateur.

Pour des variables locales, la portee et la duree de vie d'une variable sont les memes, mais vous verrez qu'il existe une autre categorie de variables (les variables dynamiques), dont la portee et la duree de vie peuvent etre differents.

**Variables globales**

Il existe en fait une troisieme categorie : les variables globales, qui ont generalement une portee globale (accessible n'importe ou dans le programme - c'est par exemple le cas de `std::cout`) et une duree de vie permanente (creation au lancement du programme et destruction lorsque le programme se termine).

L'utilisation des variables globales est problematique en termes de conception, elles doivent etre evitee au maximum. C'est a dire toujours, sauf quand vous avez de tres bonnes justifications pour ne pas respecter cette regle.

Pour terminer ce rappel, les variables sont accessible dans le meme bloc ou elles sont definies et dans les blocs enfants, mais pas dans les blocs parents ou les blocs qui n'ont pas de relation hierarchique.

```
int main() {
    {
        int i {};
        {
            std::cout << i << std::endl; // ok, bloc enfant
        }
```

```
        std::cout << i << std::endl;     // ok, meme bloc
    }
    std::cout << i << std::endl;         // erreur, bloc
parent
    {
        std::cout << i << std::endl;     // erreur, bloc
independent
    }
}
```

Cette notion est tres importante a comprendre lorsque vous appelez des fonctions : les variables locales dans ces fonctions sont detruites a la fin de la fonction. Si vous appelez plusieurs fois une fonction, les variables locales sont creees puis detruites a chaque appel. Il n'est pas possible de transmettre des informations entre les differents appels via des variables locales.

Considerez par exemple le code suivant.

```
#include <iostream>

void f() {
   int i;   // volontairement non initialisee
   std::cout << i << std::endl;
   i = 123;
   std::cout << i << std::endl;
}

int main() {
    f();
    f();
}
```

Si vous dérouler les appels de fonction, vous pourriez penser que le code sera le suivant (en copiant-collant le code de la fonction `f` a la place des appels de fonction) :

```
#include <iostream>
int main() {
   int i;   // volontairement non initialisee
   std::cout << i << std::endl;
```

```
   i = 123;
   std::cout << i << std::endl;

   std::cout << i << std::endl;
   i = 123;
   std::cout << i << std::endl;
}
```

Et donc vous pouvez vous attendre a ce que le programme affiche :

```
xxx // une valeur aleatoire quelconque, puisque i n'est pas
initialise
123
123
123
```

Mais il faut bien comprendre que ce qui se passe en realite est que chaque appel de fonction va creer une nouvelle variable locale puis la detruire. Donc meme si le nom est le meme, c'est comme si la variable etait differente. Un code plus correct serait celui ci :

```
#include <iostream>
int main() {
   int i_1;   // volontairement non initialisee
   std::cout << i_1 << std::endl;
   i_1 = 123;
   std::cout << i_1 << std::endl;

   int i_2;   // volontairement non initialisee
   std::cout << i_2 << std::endl;
   i_2 = 123;
   std::cout << i_2 << std::endl;
}
```

Avec ce code, vous comprenez bien qu'il n'y a pas de raison que les deux appels a la fonction f possedent la meme valeur dans `i`. Faites bien attention a cela.

En fait, si vous executez le code propose, vous obtiendrez en fait

probablement :

```
0
123
123
123
```

La raison est que le compilateur optimise au mieux le programme génère a partir de votre code et va donc probablement utiliser le meme emplacement en memoire entre les deux appels de fonction, ce qui donnera l'impression que la valeur de `i` est transmise.

Mais bien sur, sur un code plus complexe, le comportement pourra etre différent. La norme C++ ne garantie pas que le comportement du programme sera de toujours afficher une valeur aléatoire si la variable n'est pas initialisée ou d'afficher une valeur différente entre deux appels de fonction, mais simplement que aucun comportement n'est garantie. Et sans cette garantie, vous ne pouvez pas être sur de ce que va faire votre programme.

## Comment concevoir une fonction


| Chapitre précédent | Sommaire principal | Chapitre suivant |
|---|---|---|